

Obliczenia statyczne

Projekt: Kraków SCH AGH

Opis: DN1400

Opracował: Marcin Filipiak

Nr Statyki.: 108-21

Data: 30.07.2021

Zawartość

1 Obliczenia wg. ATV-DVWK-A 127, trzecie wydanie	4
1.1 Dane wejściowe	4
1.1.1 Współczynniki bezpieczeństwa	4
1.1.2 Grunt	4
1.1.3 Obciążenie	4
1.1.4 Instalacja	5
1.1.5 Rura ze zdefiniowaną sztywnością	5
1.2 Wyniki	7
1.2.1 Pośrednie wyniki rury	7
1.2.1.1 Właściwości materiału	7
1.2.1.2 Współczynniki bezpieczeństwa	7
1.2.1.3 Minimalna szerokość wykopu wg. PN EN 1610	7
1.2.2 Wyniki pośrednie dla przypadku obciążenia przy minimalnym poziomie wody	8
1.2.2.1 Teoria silosowa	8
1.2.2.2 Obciążenie	8
1.2.2.3 Moduł odkształcenia gruntu EB	8
1.2.2.4 Sztywność gruntu	8
1.2.2.5 Kąt podparcia, efektywne wyniesienie przekroju i kąt tarcia wewnętrznego	8
1.2.2.6 Parametry materiału rury i sztywność obwodowa	9
1.2.2.7 Stosunek sztywności	9
1.2.2.8 Współczynnik	9
1.2.2.9 Współczynniki koncentracji λ_R i λ_B	9
1.2.2.10 Rozkład ciśnienia po obwodzie rury	9
1.2.3 Wyniki pośrednie dla przypadku obciążenia przy maksymalnym poziomie wody	9
1.2.3.1 Teoria silosowa	9
1.2.3.2 Obciążenie	10
1.2.3.3 Moduł odkształcenia gruntu EB	10
1.2.3.4 Sztywność gruntu	10
1.2.3.5 Kąt podparcia, efektywne wyniesienie przekroju i kąt tarcia wewnętrznego	10
1.2.3.6 Parametry materiału rury i sztywność obwodowa	10
1.2.3.7 Stosunek sztywności	11
1.2.3.8 Współczynnik	11
1.2.3.9 Współczynniki koncentracji λ_R i λ_B	11
1.2.3.10 Rozkład ciśnienia po obwodzie rury	11
1.2.4 Siła ścinająca	11
1.2.4.1 Siły wewnętrzne przy minimalnym poziomie wody gruntowej, Krótkoterminowe	11
1.2.4.2 Siły wewnętrzne przy minimalnym poziomie wody gruntowej, Długoterminowe	12
1.2.4.3 Siły wewnętrzne przy maksymalnym poziomie wody gruntowej, Krótkoterminowe	12
1.2.4.4 Siły wewnętrzne przy maksymalnym poziomie wody gruntowej, Długoterminowe	13
1.2.5 Przypadek obciążeń krótkookresowych	13
1.2.5.1 Warunek wydłużeń (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)	13
1.2.5.2 Warunek wydłużeń (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)	14
1.2.5.3 Sprawdzenie odkształcenia (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)	15
1.2.5.4 Sprawdzenie odkształcenia (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)	15
1.2.6 Przypadek obciążeń długookresowych	16
1.2.6.1 Warunek wydłużeń (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)	16
1.2.6.2 Warunek wydłużeń (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)	16
1.2.6.3 Sprawdzenie odkształcenia (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)	17

1.2.6.4 Sprawdzenie odkształcenia (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)	18
1.2.6.5 Test stateczności (liniowe): (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)	18
1.2.6.6 Sprawdzenie nieliniowej stabilności (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)	19
1.2.6.7 Sprawdzenie nieliniowej stabilności (przy maksymalnym poziomie wody)	19
1.2.7 Obliczenie wyporu	19

1 Obliczenia wg. ATV-DVWK-A 127, trzecie wydanie

Uwagi: Wykonane obliczenia dotyczą rur CC-GRP

Obliczenia mogą być zastosowane jako podstawa projektu wykonawczego pod warunkiem spełnienia założeń przyjętych w obliczeniach w szczególności dotyczy to: obciążeń, warunków zabudowy, parametrów technicznych rur. Wyniki niniejszych obliczeń statycznych mogą w praktyce być osiągnięte tylko wówczas, gdy zapewniona jest zgodność założeń z wartościami rzeczywistymi. Zmiana parametrów zabudowy, obciążeń, parametrów rur wymaga ponownego przeprowadzenia obliczeń.

Proszę sprawdzić niniejsze obliczenia. W szczególności prosimy sprawdzić, czy niniejsze obliczenia odpowiadają założonym danym odnośnie warunków zabudowy. Za podstawę obliczeń przyjmujemy wartości zgodne z przekazanymi danymi i uzupełniamy o dodatkowe dane według naszej najlepszej wiedzy i doświadczenia. Zastosowanie, zabudowa i obciążenia następują bez możliwości kontroli z naszej strony i leżą w zakresie odpowiedzialności wykonawcy. Wyniki niniejszych obliczeń statycznych mogą w praktyce być osiągnięte tylko wówczas, gdy zapewniona jest zgodność założeń z wartościami rzeczywistymi. Wyniki powinny być sprawdzane w warunkach budowy.

Rodzaj obliczeń:
Dodaj szkic (montaż/rura) do wydruku:

Sztywność nominalna
Tak

1.1 Dane wejściowe

1.1.1 Współczynniki bezpieczeństwa

Klasa bezpieczeństwa:
Stabilność bezpieczeństwa zgodnie z tabelą 13:
Dopuszczalne odkształcenie:
Wpływ ciśnienia wewnętrznego:

Mniejszy wsp. bezpieczeństwa dla ściskania:
Warunek bezpieczeństwa na uszkodzenie od obciążeń pulsacyjnych:
Uwzględnienie dyn pvh* według A 127:
Uwzględnienie odkształcenia wstępnego typu A przy sprawdzaniu odkształcenia:

A (przypadek normalny)
W tym odkształcenia wstępne (2,0 / 1,6)
6% (przypadek typowy)
Całkowita superpozycja z obciążeniem zewnętrznym (ATV-DVWK-A 127)
Nie (wg. ATV-DVWK-A127)
Nie wymagany
Zgodnie ze standardem
Tak

1.1.2 Grunt

E1: Grupa gruntu zasypki:
Obliczenie E1:
Zagęszczenie gruntu wg Proctora E1:
E2: Grupa gruntu obsypka:
Obliczenie E20:
Zagęszczenie gruntu wg Proctora E20:
E3: Grupa gruntu rodzimego:
Obliczenie E3:
Zagęszczenie gruntu wg Proctora E3:
 $E4 = 10 \cdot E1$:
E4: Grupa gruntu poniżej dna wykopu:
Obliczenie E4:
Zagęszczenie gruntu wg Proctora E4:
Zastosowanie teorii silosu:

G1
Zagęszczenie gruntu wg. Proctora
DPr,E1 97,0 %
G1
Zagęszczenie gruntu wg. Proctora
DPr,E20 97,0 %
G3
Zagęszczenie gruntu wg. Proctora
DPr,E3 90,0 %
Nie
G3
Zagęszczenie gruntu wg. Proctora
DPr,E4 90,0 %
Automatycznie

1.1.3 Obciążenie

Przykrycie rury:	h	1,20	m
Minimalny poziom wody gruntowej ponad dnem rury:	h _{W,min}	0,30	m
Maksymalny poziom wody gruntowej ponad dno rury:	h _{W,max}	0,80	m
Sprawdzenie bezpieczeństwa wyporu:	Tak		
Wymagane bezpieczeństwo wyporu:	Y _{A,erf}	1,10	[-]
Ciężar właściwy gruntu:	Y	20,0	kN/m ³
Ręczne wprowadzenie ciężaru gruntu pod wyporem:	Nie		
Ciężar gruntu:	Y _B	17,5	kN/m ³
Ciężar gruntu podlegającego wyporowi:	Y' _B	7,5	kN/m ³
Dodatkowe obciążenie powierzchniowe:	p ₀	0,0	kN/m ²
Ciśnienie wewnętrzne, krótkotrwałe:	P _{I,K}	0,00	bar
Ciśnienie wewnętrzne, długotrwałe:	P _{I,L}	0,00	bar
Wypełnienie wodą (np. zbiorniki retencyjne):	Nie		
Dane pojazdu specjalnego:	Nie		
Obciążenia komunikacyjne:	SLW 60 (droga)		
W tym obciążeń poziomych od ruchu komunikacyjnego:	α _{qhT,dyn}	0,00	%

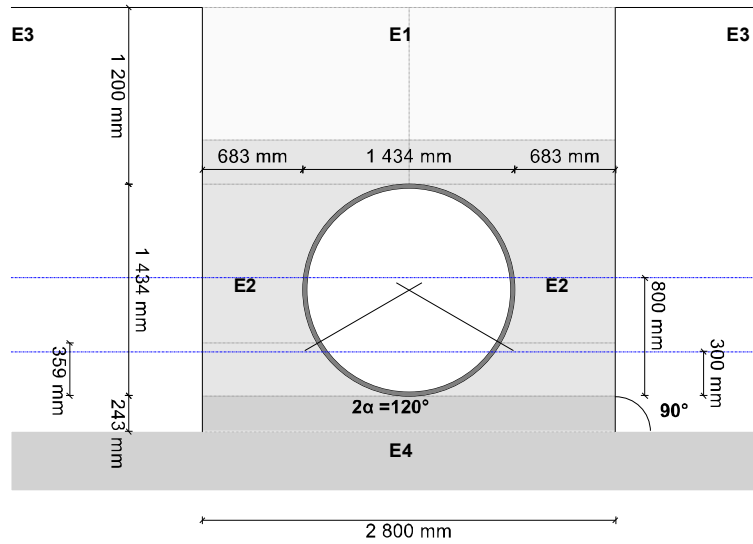
1.1.4 Instalacja

Sposób instalacji:	Wykop		
Szerokość wykopu na wysokości pachwiny rury:	b	2,80	m
Sprawdź minimalną szerokość wykopu:	Tak		
Oblicz automatycznie grubość podsypki:	Tak		
Kąt nachylenia skarp:	β	90	°
Warunki zasypki:	A1		
Warunki instalacji:	B1		
Typ podparcia:	Luźne		
Kąt podparcia:	120°		
Oblicz podparcie automatycznie:	Tak		
Wprowadź niższy poziom posadowienia:	Nie		
Wysokość bazowa:	h _s	0,00	m

1.1.5 Rura ze zdefiniowaną sztywnością

Wybór rury z bazy danych:	Nie		
Wybór danych:	Da - s		
Średnica zewnętrzna:	d _a	1 434	mm
Grubość ścianki:	t	29,0	mm
Lokalna deformacja:	δ _{v,lokal}	0,0	%
Sztywność nominalna:	SN	10 000	N/m ²
Ciśnienie nominalne:	PN	1,0	bar
Deformacja przy zniszczeniu z ATV 127 Tablica 3:	Tak		
Wskaźnik pełzania:	f _{Kriech}	2,20	[-]
Współczynnik redukcyjny od wpływu temperatury:	A _{1,Temp}	1,00	[-]
Współczynnik redukcyjny od agresywnego medium:	A _{2,Medium}	1,00	[-]
Współczynnik redukcyjny od obciążeń dynamicznych:	A _{3,dyn}	1,00	[-]
Ciężar właściwy materiału rury:	Y _R	18,00	kN/m ³
Współczynnik Poisson:	ν	0,30	[-]
Input of ultimate hoop tensile stress:	Nie		
Ultimate strain tensile strength according to standard:	Tak		
Zakres z 1·10 ⁶ testów jest znany.:	Nie		
Zakres z 1·10 ⁸ testów jest znany.:	Nie		

Obciążenia komunikacyjne: SLW 60 (droga)



1.2 Wyniki

1.2.1 Pośrednie wyniki rury

Średnica wewnętrzna:	d_i	1 376,0	mm
Średnica zewnętrzna:	d_a	1 434,0	mm
Promień średnicy w osi symetrii ścianki rury:	r_m	702,50	mm
Grubość ścianki:	s	29,00	mm
Stosunek promienia do grubości ścianki:	r_m/s	24,224	[-]
Współczynnik poprawkowy wewnętrznej krzywizny:	α_{ki}	1,014	[-]
Współczynnik poprawkowy zewnętrznej krzywizny:	α_{ka}	0,986	[-]
Wstępne odkształcenie lokalne:	δ_{vl}	0,00	%
Wstępne odkształcenie (owalizacja przed obciążeniem):	δ_{vg}	1,00	%
Radialna powierzchnia profilu:	A_{rad}	29,00	mm ² /mm
Ramię bezwładności:	e	14,50	mm
Moment bezwładności:	I	2 032,42	mm ⁴ /mm
Zewnętrzny moment oporowy:	W_a	140,17	mm ³ /mm
Wewnętrzny moment oporowy:	W_i	140,17	mm ³ /mm
Stosunek powierzchni:	K_Q	1,2	[-]

1.2.1.1 Właściwości materiału

		krótkookresowy	długookresowy	
Ciężar właściwy materiału rury	γ_R	18,0	18,0	kN/m ³
Współczynnik Poisson	ν	0,30	0,30	[-]
Obliczona wielkość modułu sprężystości w kierunku obwodowym	E_R	13 646,3	6 202,9	N/mm ²
Wskaźnik pełzania:	f_{creep}		2,20	[-]

Tabela 3 Wiersz 13: Wyższe wartości obliczeniowe mogą być przyjęte do obliczeń, gdy te odpowiadają odpowiedniemu materiałowi.
Tabela 3 z ATV DVWK-A 127, notatka 34:
 <i>Określony przez wartość chwilową i wskaźnik pełzania (2) z charakterystycznymi wartościami dla 2 lat dla opisu długoterminowego zachowania. Dopuszczalne też dla długoterminowego zachowania do 50 lat. Badanie przeprowadza się wg PN EN 1228 (krótkotrwałe) oraz PN-EN 1225(długotrwałe).

Obliczona wielkość relatywnej deformacji	$\Delta d_{Bruch}/d_m$	15,0	9,0	%
Obliczona wielkość graniczna krawędzi włókna na rozciąganie	ϵ_R	1,325	0,795	%

$$\epsilon_R = 4,28 \cdot s/d_m \cdot \Delta d_{Bruch}/d_m$$

Pierścieniowa wytrzymałość na rozciąganie	σ_{RZ}	9,7	4,8	N/mm ²
Amplituda dla 2·10 ⁶ cykli:	$2\sigma_{a,2E6}$	n. def.		N/mm ²
Amplituda dla 1·10 ⁸ cykli:	$2\sigma_{a,1E8}$	n. def.		N/mm ²

1.2.1.2 Współczynniki bezpieczeństwa

Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, erf γ_{RBZ} uszkodzenie przez rozerwanie		2,00	2,00	[-]
Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, erf γ_{RBD} uszkodzenie przy ściskaniu		2,00	2,00	[-]
Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, utrata stateczności	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.1.3 Minimalna szerokość wykopu wg. PN EN 1610

Średnica nominalna:	DN	1 434	mm
Średnica zewnętrzna:	d_a	1 434,0	mm
Grubość warstwy obsytki:	a	0,24	m
Minimalna szerokość dna wykopu (łączenie x) wg. Tabeli 1:	$min_{b,T1}$	2,43	m
Minimalna szerokość podstawy wykopu wg. Tabeli 2:	$min_{b,T2}$	0,90	m
Minimalna szerokość światła wykopu w obszarze dna (bez szalunków):	$min_{b,G}$	2,43	m

		Wszystkie obciążenia.	Obciążenia od gruntu Obciążenia komunikacyjne	inne Obciążenia	
1.2.2.6 Parametry materiału rury i sztywność obwodowa					
Sztywność rury	S_R	80 000	64 095	36 364	N/m ²
Obliczona wielkość graniczna krawędzi włókna na rozciąganie	ε_R	1,325	1,132	0,795	%
Obliczona wielkość modułu sprężystości w kierunku obwodowym	E_R	13 646,3	10 933,3	6 202,9	N/mm ²
1.2.2.7 Stosunek sztywności					
Sztywność systemu	$V_{RB,w}$	0,0391	0,0313	0,0178	[-]
Stosunek sztywności	V_S	0,1303	0,1192	---	[-]
Współczynnik dla reakcji posadowienia	c_v^*	-0,035	-0,031	---	[-]
1.2.2.8 Współczynnik					
Współczynnik ciśnienia gruntu (podłoże)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Współczynnik dla reakcji posadowienia	K^*	0,850	0,918	---	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	$c'_{h,qv}$	0,0891	0,0891	---	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	c'_{h,qh^*}	-0,0658	-0,0658	---	[-]
Współczynnik dla reakcji posadowienia	c_v^*	-0,035	-0,031	---	[-]
1.2.2.9 Współczynniki koncentracji λ_R i λ_B					
Maksymalny współczynnik koncentracji	$\max \lambda$	1,020	1,020	---	[-]
Współczynnik dla maksymalnego współczynnika koncentracji	K'	0,930	0,929	---	[-]
Współczynnik koncentracji powyżej rury, wartość początkowa	λ_R	0,917	0,909	---	[-]
Współczynnik koncentracji ponad rurą, wpływ poniżej wykopu	λ_{RG}	0,974	0,971	---	[-]
Współczynnik koncentracji powyżej rury, górna wartość graniczna	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Współczynnik koncentracji powyżej rury, dolna wartość graniczna	λ_{fu}	0,828	0,828	---	[-]
Współczynnik koncentracji ponad rurą, wartość ostateczna	λ_{RG}	0,974	0,971	---	[-]
Współczynnik koncentracji gruntu	λ_B	1,028	1,030	---	[-]
1.2.2.10 Rozkład ciśnienia po obwodzie rury					
		Krótkoterminowo Wszystkie obciążenia.	Długoterminowo Obciążenia od gruntu Obciążenia komunikacyjne	Długoterminowo inne Obciążenia	
Całkowite obciążenie pionowe	q_v	65,21	65,15	---	kN/m ²
Boczne parcie	q_h	15,60	15,63	---	kN/m ²
Reakcja posadowienia (obciążenia od gruntu)	q^*_{th}	43,01	46,37	---	kN/m ²
Reakcja posadowienia (wypełnienie wodą)	q^*_{thw}	0,00	0,00	---	kN/m ²

1.2.3 Wyniki pośrednie dla przypadku obciążenia przy maksymalnym poziomie wody gruntowej

1.2.3.1 Teoria silosowa

Współczynnik obciążenia wykopu κ (teoria silosowa):	κ	1,000	[-]
Współczynnik κ_0 dla obciążenia powierzchniowego (teoria silosowa):	κ_0	1,000	[-]

κ_0 i κ przyjmują wartość 1, ponieważ E_1 jest większe niż E_3

1.2.3.2 Obciążenie

Maksymalny poziom wody gruntowej powyżej sklepienia rury:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Pionowe ciśnienie gruntu od samego gruntu:	P_{Erd}	24,00	kN/m ²
Pionowe ciśnienie gruntu od samego gruntu i obciążeń powierzchniowych:	P_E	24,00	kN/m ²
Naprężenia od obciążeń komunikacyjnych:	P_V	41,85	kN/m ²
Zawarty współczynnik dynamiczny:	ϕ	1,20	[-]

1.2.3.3 Moduł odkształcenia gruntu EB

$$E_{1,\sigma} = \frac{40}{1} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr})} \quad 3.01$$

E-Moduł odkształcenia zasypki pod obciążeniem:	$E_{1,\sigma}$	22,76	N/mm ²
--	----------------	-------	-------------------

$$E_{3,\sigma} = \frac{40}{3} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr})} \quad 3.01$$

Moduł odkształcenia E gruntu rodzimego:	$E_{3,\sigma}$	2,03	N/mm ²
---	----------------	------	-------------------

$$E_{20,\sigma} = \frac{40}{1} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr})} \quad 3.01$$

Moduł odkształcenia E podsypki pod obciążeniem:	$E_{20,\sigma}$	22,76	N/mm ²
Współczynnik redukcyjny ze względu na pełzanie:	f_1	1,000	[-]
Zagęszczenie gruntu wg Proctora E20:	$D_{Pr,E20}$	97,0	%
Współczynnik redukcyjny E20 (wody gruntowe):	f_2	1,000	[-]
Współczynnik redukcyjny E20 (Rysunek 5):	α_{B0}	0,667	[-]
Współczynnik zmniejszający E20 (wąski wykop):	α_B	0,773	[-]
Moduł E podsypki (zredukowany):	$E_{2,\sigma}$	17,58	N/mm ²

$$E_{4,\sigma} = \frac{40}{3} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr})} \quad 3.01$$

Moduł odkształcenia E gruntu poniżej rury:	$E_{4,\sigma}$	2,03	N/mm ²
--	----------------	------	-------------------

1.2.3.4 Sztywność gruntu

Wartość pomocnicza dla poziomej sztywności podsypki:	Δ_f	0,761	[-]
Współczynnik korekcyjny dla poziomej sztywności podsypki:	ζ	0,194	[-]
Pozioma sztywność posadowienia:	S_{Bh}	2,047	N/mm ²
Pionowa sztywność posadowienia:	S_{Bv}	17,580	N/mm ²

1.2.3.5 Kąt podparcia, efektywne wyniesienie przekroju i kąt tarcia wewnętrznego

Kąt podparcia, efektywne wyniesienie przekroju i kąt tarcia:	2α	120	°
Wysokość podparcia:	t_r	0,359	m
Obliczony przekrój:	a	1,00	[-]
Wyniesienie przekroju:	a'	1,294	[-]
Kąt tarcia wewnętrznego:	ϕ'	25,000	°
Kąt tarcia o ścianę wykopu:	δ	16,667	°

Krótkotermino we Wszystkie obciążenia.	Długotermino we Obciążenia od gruntu Obciążenia komunikacyjn e	Długotermino we inne Obciążenia
---	--	--

1.2.3.6 Parametry materiału rury i sztywność obwodowa

Sztywność rury	S_R	80 000	64 095	36 364	N/m ²
Obliczona wielkość graniczna krawędzi włókna na rozciąganie	ϵ_R	1,325	1,132	0,795	%

Obliczona wielkość modułu sprężystości w kierunku obwodowym	E_R	13 646,3	10 933,3	6 202,9	N/mm ²
---	-------	----------	----------	---------	-------------------

1.2.3.7 Stosunek sztywności

Sztywność systemu	$V_{RB,w}$	0,0391	0,0313	0,0178	[-]
Stosunek sztywności	V_S	0,1303	0,1192	---	[-]
Współczynnik dla reakcji posadowienia	c_v^*	-0,035	-0,031	---	[-]

1.2.3.8 Współczynnik

Współczynnik ciśnienia gruntu (podłoże)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Współczynnik dla reakcji posadowienia	K^*	0,850	0,918	---	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	$c_{h,qv}^*$	0,0891	0,0891	---	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	$c_{h,qh}^*$	-0,0658	-0,0658	---	[-]
Współczynnik dla reakcji posadowienia	c_v^*	-0,035	-0,031	---	[-]

1.2.3.9 Współczynniki koncentracji λ_R i λ_B

Maksymalny współczynnik koncentracji	$\max \lambda$	1,020	1,020	---	[-]
Współczynnik dla maksymalnego współczynnika koncentracji	K'	0,930	0,929	---	[-]
Współczynnik koncentracji powyżej rury, wartość początkowa	λ_R	0,917	0,909	---	[-]
Współczynnik koncentracji ponad rurą, wpływ poniżej wykopu	λ_{RG}	0,974	0,971	---	[-]
Współczynnik koncentracji powyżej rury, górna wartość graniczna	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Współczynnik koncentracji powyżej rury, dolna wartość graniczna	λ_{fu}	0,828	0,828	---	[-]
Współczynnik koncentracji ponad rurą, wartość ostateczna	λ_{RG}	0,974	0,971	---	[-]
Współczynnik koncentracji gruntu	λ_B	1,028	1,030	---	[-]

1.2.3.10 Rozkład ciśnienia po obwodzie rury

		Krótkoterminowe Wszystkie obciążenia.	Długoterminowe Obciążenia od gruntu Obciążenia komunikacyjne	Długoterminowe inne Obciążenia	
Całkowite obciążenie pionowe	q_v	65,21	65,15	---	kN/m ²
Boczne parcie	q_h	15,30	15,33	---	kN/m ²
Reakcja posadowienia (obciążenia od gruntu)	q_{*h}^*	43,25	46,63	---	kN/m ²
Reakcja posadowienia (wypełnienie wodą)	q_{*hw}^*	0,00	0,00	---	kN/m ²

1.2.4 Siła ścinająca

1.2.4.1 Siły wewnętrzne przy minimalnym poziomie wody gruntowej. Krótkoterminowe

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Moment od całkowitego obciążenia pionowego	M_{qv}	8,400	-8,528	8,850	kNm/m
Moment od bocznego ciśnienia	M_{qh}	-1,925	1,925	-1,925	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia	M_{*qh}^*	-3,842	4,415	-3,842	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	M_{*qw}^*	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od ciężaru własnego	M_g	0,098	-0,113	0,134	kNm/m
Moment od wypełnienia wodą	M_{lw}	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od naporu wody/ciśnienie wewnętrzne	M_{pw}	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Suma momentów	ΣM	2,731	-2,302	3,217	kNm/m

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Siła normalna od całkowitych obciążeń pionowych	N_{qv}	1,237	-45,811	-1,237	kN/m
Siła normalna od parcia poziomego	N_{qh}	-10,961	0,000	-10,961	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia	N^*_{qh}	-17,433	0,000	-17,433	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	N^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciężaru własnego	N_g	0,092	-0,576	-0,092	kN/m
Siła normalna od wypełnienia wodą	N_w	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciśnienia wody	N_{pw}	-2,151	-2,151	-2,151	kN/m
Suma sił normalnych	ΣN	-29,217	-48,538	-31,874	kN/m

1.2.4.2 Siły wewnętrzne przy minimalnym poziomie wody gruntowej. Długoterminowe

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Moment od całkowitego obciążenia pionowego	M_{qv}	8,392	-8,520	8,842	kNm/m
Moment od bocznego ciśnienia	M_{qh}	-1,928	1,928	-1,928	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia	M^*_{qh}	-4,142	4,760	-4,142	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	M^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od ciężaru własnego	M_g	0,098	-0,113	0,134	kNm/m
Moment od wypełnienia wodą	M_w	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od naporu wody/ciśnienie wewnętrzne	M_{pw}	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Suma momentów	ΣM	2,419	-1,946	2,905	kNm/m

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Siła normalna od całkowitych obciążeń pionowych	N_{qv}	1,236	-45,769	-1,236	kN/m
Siła normalna od parcia poziomego	N_{qh}	-10,979	0,000	-10,979	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia	N^*_{qh}	-18,797	0,000	-18,797	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	N^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciężaru własnego	N_g	0,092	-0,576	-0,092	kN/m
Siła normalna od wypełnienia wodą	N_w	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciśnienia wody	N_{pw}	-2,151	-2,151	-2,151	kN/m
Suma sił normalnych	ΣN	-30,599	-48,496	-33,254	kN/m

1.2.4.3 Siły wewnętrzne przy maksymalnym poziomie wody gruntowej. Krótkoterminowe

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Moment od całkowitego obciążenia pionowego	M_{qv}	8,400	-8,528	8,850	kNm/m
Moment od bocznego ciśnienia	M_{qh}	-1,888	1,888	-1,888	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia	M^*_{qh}	-3,863	4,439	-3,863	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	M^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od ciężaru własnego	M_g	0,098	-0,113	0,134	kNm/m
Moment od wypełnienia wodą	M_w	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od naporu wody/ciśnienie wewnętrzne	M_{pw}	-0,001	-0,001	-0,001	kNm/m
Suma momentów	ΣM	2,746	-2,315	3,232	kNm/m

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Siła normalna od całkowitych obciążeń pionowych	N_{qv}	1,237	-45,811	-1,237	kN/m

Siła normalna od parcia poziomego	N_{qh}	-10,751	0,000	-10,751	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia	N^*_{qh}	-17,530	0,000	-17,530	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	N^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciężaru własnego	N_g	0,092	-0,576	-0,092	kN/m
Siła normalna od wypełnienia wodą	N_w	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciśnienia wody	N_{pw}	-5,736	-5,736	-5,736	kN/m
Suma sił normalnych	ΣN	-32,688	-52,123	-35,345	kN/m

1.2.4.4 Siły wewnętrzne przy maksymalnym poziomie wody gruntowej, Długoterminowe

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Moment od całkowitego obciążenia pionowego	M_{qv}	8,392	-8,520	8,842	kNm/m
Moment od bocznego ciśnienia	M_{qh}	-1,891	1,891	-1,891	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia	M^*_{qh}	-4,165	4,787	-4,165	kNm/m
Moment od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	M^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od ciężaru własnego	M_g	0,098	-0,113	0,134	kNm/m
Moment od wypełnienia wodą	M_w	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment od naporu wody/ciśnienie wewnętrzne	M_{pw}	-0,001	-0,001	-0,001	kNm/m
Suma momentów	ΣM	2,433	-1,957	2,919	kNm/m

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Siła normalna od całkowitych obciążeń pionowych	N_{qv}	1,236	-45,769	-1,236	kN/m
Siła normalna od parcia poziomego	N_{qh}	-10,769	0,000	-10,769	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia	N^*_{qh}	-18,901	0,000	-18,901	kN/m
Siła normalna od poziomej reakcji posadowienia (wypełnienie wodą)	N^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciężaru własnego	N_g	0,092	-0,576	-0,092	kN/m
Siła normalna od wypełnienia wodą	N_w	0,000	0,000	0,000	kN/m
Siła normalna od ciśnienia wody	N_{pw}	-5,736	-5,736	-5,736	kN/m
Suma sił normalnych	ΣN	-34,078	-52,081	-36,733	kN/m

1.2.5 Przypadek obciążeń krótkookresowych

1.2.5.1 Warunek wydłużeń (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)

$$\varepsilon_{R,res} = \frac{|\varepsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\varepsilon}_R + |\varepsilon_{sonst}| \cdot \varepsilon_{R,L}}{|\varepsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\varepsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przez rozerwanie:	erf γ_{RBZ}	2,00	[-]
Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przy ściskaniu:	erf γ_{RBD}	2,00	[-]

Wytrzymałość na rozciąganie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBZ,res}$	---	---	---	N/mm ²
Wytrzymałość na ściskanie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBD,res}$	---	---	---	N/mm ²

wewnątrz

Współczynnik poprawkowy wewnętrznej krzywizny:	α_{ki}	1,014	[-]
--	---------------	-------	-----

		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ε_{qv,qh,qh^*}	0,133	-0,128	0,156	%

Wydłużenie od innych obciążeń	ϵ_{sonst}	0,005	-0,007	0,007	%
Sumaryczne wydłużenie	ϵ	0,137	-0,134	0,162	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\epsilon_{R,res}$	1,33	1,33	1,33	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	9,648	---	8,157	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	---	9,869	---	[-]

na zewnątrz

Współczynnik poprawkowy zewnętrznej krzywizny:			α_{ka}	0,986	[-]
		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ϵ_{qv,qh,qh^*}	-0,143	0,101	-0,166	%
Wydłużenie od innych obciążeń	ϵ_{sonst}	-0,006	0,005	-0,007	%
Sumaryczne wydłużenie	ϵ	-0,148	0,106	-0,174	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\epsilon_{R,res}$	1,33	1,33	1,33	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	---	12,451	---	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	8,943	---	7,619	[-]

Wszystkie obliczone współczynniki bezpieczeństwa dla warunku wydłużeń są wystarczające

1.2.5.2 Warunek wydłużeń (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)

$$\epsilon_{R,res} = \frac{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\epsilon}_R + |\epsilon_{sonst}| \cdot \epsilon_{R,L}}{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\epsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przez rozerwanie:	erf γ_{RBZ}	2,00	[-]
Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przy ściskaniu:	erf γ_{RBD}	2,00	[-]

Wytrzymałość na rozciąganie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBZ,res}$	---	---	---	N/mm ²
Wytrzymałość na ściskanie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBD,res}$	---	---	---	N/mm ²

wewnątrz

Współczynnik poprawkowy wewnętrznej krzywizny:			α_{ki}	1,014	[-]
		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	
Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ϵ_{qv,qh,qh^*}	0,134	-0,128	0,157	%
Wydłużenie od innych obciążeń	ϵ_{sonst}	0,004	-0,008	0,006	%
Sumaryczne wydłużenie	ϵ	0,137	-0,136	0,162	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\epsilon_{R,res}$	1,33	1,33	1,33	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	9,653	---	8,160	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	---	9,754	---	[-]

na zewnątrz

Współczynnik poprawkowy zewnętrznej krzywizny:			α_{ka}	0,986	[-]
		sklepienie	Oś symetrii	niweleta	

Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ε_{qv,qh,qh^*}	-0,143	0,102	-0,167	%
Wydłużenie od innych obciążeń	ε_{sonst}	-0,006	0,004	-0,008	%
Sumaryczne wydłużenie	ε	-0,150	0,106	-0,176	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\varepsilon_{R,res}$	1,33	1,33	1,33	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	---	12,479	---	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	8,843	---	7,546	[-]

Wszystkie obliczone współczynniki bezpieczeństwa dla warunku wydłużeń są wystarczające

1.2.5.3 Sprawdzenie odkształcenia (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)

Metoda obliczeń:	liniowy				
Stosunek:	$I/(A \cdot m^2)$				
Stosunek $I/(A \cdot m^2) \cdot \kappa q$:	$I/(A \cdot m^2) \cdot \kappa q$				
	q_v	q_h	q_{h^*}		
Współczynnik odkształcenia dla momentu zginającego	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Modyfikacja współczynników dla momentów zginających zgodnie z tabelą 10a ATV-DVWK-A 127 nie jest stosowana, ponieważ wzór 6.19a i wzór 6.19b < 0,001					
Wynikowy współczynnik odkształcenia	c'_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	$c'_{h,qv}$	0,0891	-0,0833	-0,0658	[-]
Pionowa zmiana średnicy:	Δd_v		31,10		mm
Pozioma zmiana średnicy:	Δd_h		29,52		mm
Względne odkształcenie pionowe (ze względu na obciążenia, typ B):	$\delta_{v,B}$		2,21		%
Lokalne odkształcenie wstępne (np. poprodukcyjne, typ A):	$\delta_{v,A}$		1,00		%
Całkowite odkształcenie pionowe (typ A + typ B):	$\delta_{v,Ges}$		3,21		%
Dopuszczalne odkształcenie:	$zul \delta_v$		6,00		%

Wyznaczone odkształcenie jest mniejsze niż dopuszczalne

1.2.5.4 Sprawdzenie odkształcenia (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)

Metoda obliczeń:	liniowy				
Stosunek:	$I/(A \cdot m^2)$				
Stosunek $I/(A \cdot m^2) \cdot \kappa q$:	$I/(A \cdot m^2) \cdot \kappa q$				
	q_v	q_h	q_{h^*}		
Współczynnik odkształcenia dla momentu zginającego	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Modyfikacja współczynników dla momentów zginających zgodnie z tabelą 10a ATV-DVWK-A 127 nie jest stosowana, ponieważ wzór 6.19a i wzór 6.19b < 0,001					
Wynikowy współczynnik odkształcenia	c'_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	$c'_{h,qv}$	0,0891	-0,0833	-0,0658	[-]
Pionowa zmiana średnicy:	Δd_v		31,28		mm
Pozioma zmiana średnicy:	Δd_h		29,68		mm
Względne odkształcenie pionowe (ze względu na obciążenia, typ B):	$\delta_{v,B}$		2,23		%
Lokalne odkształcenie wstępne (np. poprodukcyjne, typ A):	$\delta_{v,A}$		1,00		%
Całkowite odkształcenie pionowe (typ A + typ B):	$\delta_{v,Ges}$		3,23		%
Dopuszczalne odkształcenie:	$zul \delta_v$		6,00		%

Wyznaczone odkształcenie jest mniejsze niż dopuszczalne

1.2.6 Przypadek obciążeń długookresowych

1.2.6.1 Warunek wydłużeń (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)

$$\varepsilon_{R,res} = \frac{|\varepsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\varepsilon}_R + |\varepsilon_{sonst}| \cdot \varepsilon_{R,L}}{|\varepsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\varepsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przez rozerwanie:	erf γ_{RBZ}	2,00	[-]
Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przy ściskaniu:	erf γ_{RBD}	2,00	[-]
Wytrzymałość na rozciąganie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBZ,res}$	---	N/mm ²
Wytrzymałość na ściskanie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBD,res}$	---	N/mm ²

wewnątrz

Współczynnik poprawkowy wewnętrznej krzywizny:			α_{ki}	1,014	[-]
Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ε_{qv,qh,qh^*}	sklepienie 0,145	Oś symetrii -0,136	niweleta 0,174	%
Wydłużenie od innych obciążeń	ε_{sonst}	0,010	-0,015	0,014	%
Sumaryczne wydłużenie	ε	0,155	-0,150	0,188	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\varepsilon_{R,res}$	1,12	1,11	1,12	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	7,226	---	5,943	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	---	7,396	---	[-]

na zewnątrz

Współczynnik poprawkowy zewnętrznej krzywizny:			α_{ka}	0,986	[-]
Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ε_{qv,qh,qh^*}	sklepienie -0,158	Oś symetrii 0,103	niweleta -0,188	%
Wydłużenie od innych obciążeń	ε_{sonst}	-0,012	0,011	-0,016	%
Sumaryczne wydłużenie	ε	-0,171	0,115	-0,205	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\varepsilon_{R,res}$	1,12	1,11	1,12	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	---	9,684	---	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	6,550	---	5,456	[-]

Wszystkie obliczone współczynniki bezpieczeństwa dla warunku wydłużeń są wystarczające

1.2.6.2 Warunek wydłużeń (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)

$$\varepsilon_{R,res} = \frac{|\varepsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\varepsilon}_R + |\varepsilon_{sonst}| \cdot \varepsilon_{R,L}}{|\varepsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\varepsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przez rozerwanie:	erf γ_{RBZ}	2,00	[-]
Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, pęknięcie, uszkodzenie przy ściskaniu:	erf γ_{RBD}	2,00	[-]

Wytrzymałość na rozciąganie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBZ,res}$	---	--	---	N/mm ²
Wytrzymałość na ściskanie zostanie rozpatrzona	$\sigma_{RBD,res}$	---	--	---	N/mm ²

wewnątrz

Współczynnik poprawkowy wewnętrznej krzywizny:			α_{ki}	1,014	[-]
Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ϵ_{qv,qh,qh^*}	sklepienie 0,146	Oś symetrii -0,136	niweleta 0,175	%
Wydłużenie od innych obciążeń	ϵ_{sonst}	0,008	-0,017	0,012	%
Sumaryczne wydłużenie	ϵ	0,154	-0,153	0,187	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\epsilon_{R,res}$	1,12	1,11	1,12	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	7,293	--	5,989	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	---	7,249	---	[-]

na zewnątrz

Współczynnik poprawkowy zewnętrznej krzywizny:			α_{ka}	0,986	[-]
Wydłużenia od obciążeń gruntem i komunikacyjnych	ϵ_{qv,qh,qh^*}	sklepienie -0,159	Oś symetrii 0,104	niweleta -0,189	%
Wydłużenie od innych obciążeń	ϵ_{sonst}	-0,014	0,009	-0,018	%
Sumaryczne wydłużenie	ϵ	-0,173	0,114	-0,207	%
Ostateczne naprężenie zewnętrznych włókien zostanie rozpatrzone	$\epsilon_{R,res}$	1,12	1,12	1,11	%
Współczynnik bezpieczeństwa na rozciąganie:	γ_{BZ}	---	9,822	---	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa na ściskanie:	γ_{BD}	6,432	--	5,373	[-]

Wszystkie obliczone współczynniki bezpieczeństwa dla warunku wydłużeń są wystarczające

1.2.6.3 Sprawdzenie odkształcenia (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)

Metoda obliczeń:			liniowy		
Stosunek:			$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00014	[-]
Stosunek $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_Q$:			$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_Q$	0,00017	[-]
Współczynnik odkształcenia dla momentu zginającego	c_v	q_v	q_h	q_{h^*}	
		-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Modyfikacja współczynników dla momentów zginających zgodnie z tabelą 10a ATV-DVWK-A 127 nie jest stosowana, ponieważ wzór 6.19a i wzór 6.19b < 0,001					
Wynikowy współczynnik odkształcenia	c'_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	$c'_{h,qv}$	0,0891	-0,0833	-0,0658	[-]
Pionowa zmiana średnicy:			Δd_v	33,94	mm
Pozioma zmiana średnicy:			Δd_h	31,83	mm
Względne odkształcenie pionowe (ze względu na obciążenia, typ B):			$\delta_{v,B}$	2,42	%
Lokalne odkształcenie wstępne (np. poprodukcyjne, typ A):			$\delta_{v,A}$	1,00	%
Całkowite odkształcenie pionowe (typ A + typ B):			$\delta_{v,Ges}$	3,42	%
Dopuszczalne odkształcenie:			zul δ_v	6,00	%

Wyznaczone odkształcenie jest mniejsze niż dopuszczalne

1.2.6.4 Sprawdzenie odkształcenia (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)

Metoda obliczeń:	liniowy				
Stosunek:	$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00014	[-]		
Stosunek $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_Q$:	$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_Q$	0,00017	[-]		
Współczynnik odkształcenia dla momentu zginającego	c_v	q_v -0,0893	q_h 0,0833	q_h^* 0,0640	[-]
Modyfikacja współczynników dla momentów zginających zgodnie z tabelą 10a ATV-DVWK-A 127 nie jest stosowana, ponieważ wzór 6.19a i wzór 6.19b < 0.001					
Wynikowy współczynnik odkształcenia	c'_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Wynikowy współczynnik odkształcenia	$c'_{h,qv}$	0,0891	-0,0833	-0,0658	[-]
Pionowa zmiana średnicy:	Δd_v			34,13	mm
Pozioma zmiana średnicy:	Δd_h			32,00	mm
Względne odkształcenie pionowe (ze względu na obciążenia, typ B):	$\delta_{v,B}$			2,43	%
Lokalne odkształcenie wstępne (np. produkcyjne, typ A):	$\delta_{v,A}$			1,00	%
Całkowite odkształcenie pionowe (typ A + typ B):	$\delta_{v,Ges}$			3,43	%
Dopuszczalne odkształcenie:	$zul \delta_v$			6,00	%

Wyznaczone odkształcenie jest mniejsze niż dopuszczalne

1.2.6.5 Test stateczności (liniowe): (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)

Obciążenia ziemią i ruchem

Sztywność rury:	$\bar{S}_R$	64 095	N/m ²
Pozioma sztywność posadowienia:	S_{Bh}	2,047	N/mm ²
Sztywność systemu:	$V_{RB,w}$	0,0313	[-]
Współczynnik redukcji obciążenia wybojczy dla obciążeń gruntem/komunikacyjnych:	κ_{v2}	0,86	[-]
Kąt tarcia wewnętrznego:	φ'	25,000	°
Krytyczne sumaryczne obciążenie pionowe:	$krit q_v$	623,1	kN/m ²
Całkowite obciążenie pionowe:	q_v	65,15	kN/m ²
Współczynnik bezpieczeństwa (całkowite obciążenie pionowe):	γ_{qv}	9,56	[-]

Ciśnienie wody + Podciśnienie

Äußerer Wasserdruck:	p_a	8,00	kN/m ²
Z uwzgl. podciśnienia w rurze:	p_i	0,00	kN/m ²

Sztywność rury:	S_R	36 364	N/m ²
Sztywność systemu:	V_{RB}	0,0178	[-]
Stosunek promienia do grubości ścianki:	r_m/s	24,22	[-]
Współczynnik redukcji od lokalnych odkształceń dla awaryjnego obciążenia przy zewnętrznym ciśnieniu wody:	$\kappa_{a1,pA}$	1,00	[-]
Pre-deformation Type A:	$\delta_{v,TypA}$	1,0	%
Względne odkształcenie pionowe (ze względu na obciążenia, typ B):	$\delta_{v,B}$	2,43	%
Vorverformung Gesamt:	δ_v	3,4	%
Współczynnik redukcji od wstępnego odkształcenia dla awaryjnego obciążenia przy zewnętrznym ciśnieniu wody:	$\kappa_{a2,pA}$	0,63	[-]
Współczynnik redukcji od wstępnego odkształcenia dla awaryjnego obciążenia przy zewnętrznym ciśnieniu wody:	$\kappa_{a,pA}$	0,63	[-]
Współczynnik przeskoku przy wybojczeniu:	$\alpha_{D,pA}$	9,981	[-]
Krytyczne zewnętrzne ciśnienie wody:	$krit p_a$	229,311	kN/m ²
Ciśnienie wody + podciśnienie w rurze:	$p_a + p_i$	8,00	kN/m ²
Współczynnik bezpieczeństwa stabilności (zewnętrzne ciśnienie wody):	$\gamma_{Stab,pA}$	28,664	[-]
Współczynnik bezpieczeństwa stabilności:	$\gamma_{Stab,rad}$	7,17	[-]
Wymagany globalny współczynnik bezpieczeństwa, utrata stateczności:	$erf \gamma_{stab}$	2,00	[-]

Wyznaczone współczynniki bezpieczeństwa dla stabilności są wystarczające

1.2.6.6 Sprawdzenie nieliniowej stabilności (przy minimalnym poziomie wody gruntowej)

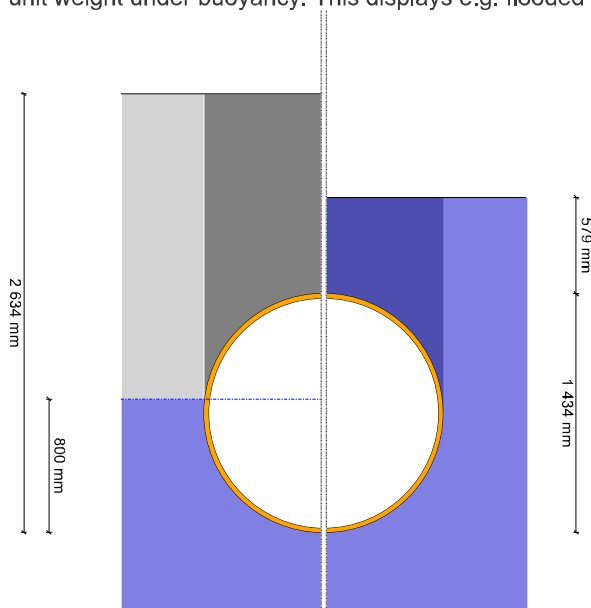
Nieliniowy warunek stabilności jest niepotrzebny, ponieważ $VRB > 1.0$ (sztywna rura) lub relatywne odkształcenie $< 6\%$.

1.2.6.7 Sprawdzenie nieliniowej stabilności (przy maksymalnym poziomie wody gruntowej)

Nieliniowy warunek stabilności jest niepotrzebny, ponieważ $VRB > 1.0$ (sztywna rura) lub relatywne odkształcenie $< 6\%$.

1.2.7 Obliczenie wyporu

The uplift proof uses the real ground water level $h_{W,max}$. Soil above ground water level is regarded to be dry. Additionally, a theoretical ground water level is considered: a required cover depth h_{min} above pipe crown is calculated, using the soil's reduced unit weight under buoyancy. This displays e.g. flooded trenches after heavy rainfall.

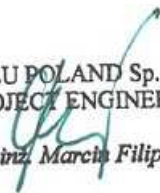


Promień zewnętrzny:	r_a	717,0	mm
Wysokość obsytki gruntu:	h_a	83,00	mm
Kąt tarcia wewnętrznego gruntu:	α	166,71	°
Pojemność segmentu obsytki:	V_{KS}	0,69	m³/m
Wyparta pojemność średnicy zewnętrznej:	V_A	1,62	m³/m
Wyparta pojemność:	V	0,93	m³/m
Auftriebskraft:	Q_r	9,26	kN/m
Ciężar gruntu podlegającego wyporowi:	γ'_B	7,5	kN/m³
Ciężar gruntu:	γ_B	17,5	kN/m³
Przykrycie rury:	h	1,20	m
Maksymalny poziom wody gruntowej ponad dno rury:	$h_{W,max}$	0,80	m
Wysokość gruntu pod wyporem:	h_n	0,00	m
Budynek:	Q_{r1}	30,11	kN/m
Baugrund, Design:	$Q_{r1,d}$	30,11	kN/m
Kraft aus Auflast Zwickel:	F_Z	1,65	kN/m
Promień wewnętrzny:	r_i	688,0	mm
Radialna powierzchnia profilu:	A_{rad}	29,00	mm²/mm
Ciężar właściwy materiału rury:	γ_R	18,0	kN/m³
Eigenlast:	G_m	2,30	kN/m
Gegenkräfte:	Q_g	34,07	kN/m
Auftriebskraft:	Q_r	9,26	kN/m
Bezpieczeństwo wyporu:	γ_A	3,68	[-]
Wymagane bezpieczeństwo wyporu:	$\gamma_{A,erf}$	1,10	[-]

Wyparta pojemność średnicy zewnętrznej:	V_A	1,62	m^3/m
Min. głębokość przykrycie nad sklepieniem przy wodzie gruntowej do terenu:	h'_{min}	0,58	m

Warunek wyporu jest spełniony

Wszystkie konieczne warunki są spełnione.

AMIBLU POLAND Sp. z o.o.
 PROJECT ENGINEER

 mgr inż. Marcin Filipiak